








**Leakage prevention arrangment for hot-gas reciprocating apparatus**

**Patent number:** DE1277634  
**Publication date:** 1968-09-12  
**Inventor:** FOKKER HERMAN; PETERS ALPHONS; KOEHLER  
JACOB WILLEM LAURENS; MEIJER ROELF JAN  
**Applicant:** PHILIPS NV  
**Classification:**  
- international:  
- european: F02G1/043; F02G1/053S; F16J15/40; F25B9/14;  
F02G1/05  
**Application number:** DE1966N027908 19660118  
**Priority number(s):** NL19650000680 19650120

**Also published as:**

 US3355882 (A1)  
 NL6500680 (A)  
 GB1139885 (A)  
 FR1465036 (A)  
 CH458413 (A5)  
 BE675289 (A)  
 SE320988 (B)

less &lt;&lt;

Abstract not available for DE1277634

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

## AUSLEGESCHRIFT

1 277 634

Int. Cl.: F 02

Deutsche Kl.: 46 d - 2

Nummer: 1 277 634

Aktenzeichen: P 12 77 634.0-13 (N 27908)

Anmeldetag: 18. Januar 1966

Auslegetag: 12. September 1968

## 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine nach dem Stirlingprinzip arbeitende Kolbenmaschine, insbesondere Kaltgaskühlmaschine, mit mindestens einem Kompressionsraum mit veränderlichem Volumen und mindestens einem Expansionsraum mit ebenfalls veränderlichem Volumen, welche Räume im Betrieb unterschiedliche mittlere Temperaturen aufweisen und paarweise miteinander über jeweils einen oder mehrere Regeneratoren in Verbindung stehen, und deren beider Volumen durch in Phasendifferenz zueinander bewegbare, je mit mindestens einer Abdichtung versehene kolbenförmige Körper veränderbar sind.

Eine Schwierigkeit bei dieser Gattung, die als Heißgasmotoren, Kaltgaskühlmaschinen oder Wärmepumpen zur Verwendung kommen können, wobei die beiden letzteren nach dem umgekehrten Heißgasmotorprinzip arbeiten, besteht darin, daß längs der kolbenförmigen Körper stets infolge der über diesen Körpern herrschenden Druckdifferenz eine gewisse Arbeitsmittelmengenge wegleckt.

Das Weglecken von Mittel längs eines Kompressionskolbens zur Umgebung ist an sich kein unüberwindliches Problem. Das Mittel entweicht nahezu mit Umgebungstemperatur aus dem Arbeitsraum, so daß keine Kälte bzw. Wärme verlorengeht. Das weggeleckte Mittel kann zu beliebigen Zeitpunkten dadurch wieder nachgefüllt werden, daß der Arbeitsraum mit einem Mittelnachfüllbehälter verbunden wird. Dabei kann das wegleckende Mittel aufgefangen werden, so daß keine Mittelverluste auftreten.

Bedenklicher ist jedoch, daß mit dem Mittel, das längs eines der kolbenförmigen Körper aus einem warmen zu einem kalten Raum, oder umgekehrt, leckt, jeweils eine Kälte- oder Wärmemenge verlorengeht, was die Wirkung der Maschine selbstverständlich beeinträchtigt. Weil bei diesen Maschinen stets wechselnde Drücke und wechselnde Druckdifferenzen auftreten, ergeben sich die erwähnten Kälte- bzw. Wärmeverluste selbst dann, wenn auf beiden Seiten eines kolbenförmigen Körpers der gleiche mittlere Druck herrscht. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diesen Uebelstand zu beheben.

Die Lösung für diese Aufgabe besteht bei der eingangs beschriebenen, nach dem Stirlingprinzip arbeitenden Kolbenmaschine gemäß der Erfindung darin, daß wenigstens die auf das Volumen eines Expansionsraumes einwirkenden kolbenförmigen Körper und/oder der mit jedem dieser Körper zusammenwirkende Teil der Zylinderwand mit zwei Abdichtungen versehen sind und der zwischen diesen Abdichtungen befindliche Ringraum mit einem Raum

Nach dem Stirlingprinzip arbeitende  
Kolbenmaschine

Anmelder:

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken,  
Eindhoven (Niederlande)

Vertreter:

Dr. H. Scholz, Patentanwalt,  
2000 Hamburg 1, Mönckebergstr. 7

Als Erfinder benannt:

Roelf Jan Meijer,  
Jacob Willem Laurens Köhler, Eindhoven;  
Alphons Peters, Hilversum;  
Herman Fokker, Eindhoven (Niederlande)

Beanspruchte Priorität:

Niederlande vom 20. Januar 1965 (65 00 680) --

## 2

ständig in Verbindung steht, in dem ein Druck herrscht, der eine kleinere Druckdifferenz mit Bezug auf den Druck im Raum auf einer Seite des betreffenden kolbenförmigen Körpers als mit Bezug auf den Druck im Raum auf der anderen Seite des kolbenförmigen Körpers aufweist, und daß das zwischen den beiden Abdichtungen befindliche Mittel im Betrieb eine Temperatur hat, die wenigstens nahezu gleich der Temperatur in demjenigen Raum ist, in dem der Druck herrscht, der die größere Differenz gegenüber dem Druck im Ringraum aufweist.

Auf diese Weise ist erreicht, daß über einer der Abdichtungen nahezu keine Druckdifferenz auftritt, so daß über diese Abdichtung kein Leck auftritt. Über der anderen Abdichtung herrscht zwar eine Druckdifferenz, aber keine Temperaturdifferenz, so daß mit dem etwaigen wegleckenden Mittel keine Kälte bzw. Wärme verlorengeht.

Eine zweckmäßige Ausführungsform einer diese Erfindungsmerkmale aufweisenden Kolbenmaschine ergibt sich dadurch, daß die Abdichtungen auf einem

der aus einem kolbenförmigen Körper und der mit ihm zusammenarbeitenden Zylinderwand bestehenden Elemente angebracht sind, während die Verbindung mit dem Ringraum im anderen Element liegt, wobei sich die einander zugewandten Enden der beiden Abdichtungen in einem Abstand voneinander befinden, der mindestens gleich dem Hub des betreffenden kolbenförmigen Körpers ist. Hierdurch bleibt im Betrieb die erwähnte Verbindung stets aufrecht erhalten. Die Abdichtungen können hierbei auf dem Teil des betreffenden kolbenförmigen Körpers angebracht sein, in dem in axialer Richtung nahezu kein Temperaturgradient mehr vorhanden ist. Dies bedeutet, daß die Abdichtungen nahezu auf Umgebungstemperatur wirksam sind. Bei einem Heißgasmotor sind die Abdichtungen somit nicht den im Expansionsraum herrschenden hohen Betriebstemperaturen ausgesetzt. Für eine Kaltgaskühlmaschine hat dies unter anderem den Vorteil, daß an der Stelle der Abdichtungen das Mittel eine größere Viskosität und niedrige Dichte aufweist als das Mittel bei einer der Expansionstemperatur entsprechenden Temperatur. Hierdurch wird ein Weglecken des Mittels erschwert. Diese Erscheinung beruht auf der Tatsache, daß die Viskosität eines Gases proportional der Temperatur ist.

Eine Kolbenmaschine der Zweikolbenbauart mit einfachwirkenden Kolben ist dann im Sinne der Erfindung in der Weise auszubilden, daß der Ringraum über einen Kanal mit dem zugehörigen Kompressionsraum in Verbindung steht. Auf diese Weise ist mit sehr einfachen Mitteln erreicht, daß der Druck im erwähnten Raum stets nahezu gleich dem Druck im Expansionsraum ist, während die Temperatur des Mittels in diesem Raum nahezu gleich der Kompressionstemperatur ist.

Wenn sich bei einer Kolbenmaschine der zuvor angegebenen Bauart in der Verbindung zwischen jedem Kompressionsraum und dem bzw. den mit diesem in Verbindung stehenden Expansionsraum bzw. -räumen ein an den Kompressionsraum grenzender Kühler befindet, ergibt sich eine vorteilhafte Ausbildung dadurch, daß der Kanal mit seinem vom Ringraum abgekehrten Ende an der Stelle der vom betreffenden Kompressionsraum abgewandten Seite des Kühlers in die erwähnte Verbindung zwischen Kompressions- und Expansionsraum bzw. -räumen mündet. Dies hat den großen Vorteil, daß das Arbeitsmittel, das abwechselnd in den Kanal ein- und aus ihm herausströmt, gekühlt ist, bevor es in den Kanal eintritt, weil sonst das Mittel im Kanal zu warm werden würde. Im Kanal wird das Mittel nämlich abwechselnd komprimiert und expandiert. Infolge der Hysterese der Wärmeübertragung wird das Mittel immer wärmer. Durch Kühlung des Mittels, bevor es in den Kanal eintritt, wird der Erwärmung des Mittels entgegengewirkt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Kolbenmaschine gemäß der Erfindung enthält diese Maschine einen weiteren Kühler, der das Mittel, das sich wenigstens im an den Ringraum anschließenden Kanalteil und/oder in dem Ringraum selbst befindet, kühlt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Kolbenmaschine gemäß der Erfindung ist im Kanal ein bewegbares, den Kanal verschließendes Element angeordnet und sind Mittel vorgesehen, um einer Verschiebung des Elementes aus seiner mittleren Lage

entgegenzuwirken. Das bewegbare Element, das ein Kolben oder eine Membrane sein kann, verhindert, daß ein Teil des Arbeitsmittels durch den Kanal zum Ringraum strömt und dort durch den engen Spalt zwischen Expansionskolben und Zylinder und über den Regenerator wieder zum Kompressionsraum zurückströmt. Dies würde eine Unbalance des Regenerators bedeuten, was die gute Wirkung der Maschine stört.

Weiterhin ist es von Vorteil, wenn bei einer solchen Zweikolbenbauart mit einfachwirkendem Kolben der Ringraum über einen Kanal, in dem eine Regeneratormasse aufgenommen ist, mit dem zugehörigen Expansionsraum in Verbindung steht. Auf diese Weise wird wieder erreicht, daß der Druck im Raum zwischen den Abdichtungen gleich dem Druck im Expansionsraum ist, wobei der Regenerator dafür sorgt, daß die Temperatur in diesem Raum nahezu der Umgebungstemperatur entspricht.

Enthält die Kolbenmaschine gemäß der Erfindung mehrere doppeltwirkende Kolben, die je in einem Zylinder bewegbar sind und mit einer Seite das Volumen eines Expansionsraumes und mit der anderen Seite das Volumen eines Kompressionsraumes ändern, wobei ein in einem Zylinder liegender Expansionsraum über einen oder mehrere Regeneratoren mit einem in einem anderen Zylinder liegenden Kompressionsraum in Verbindung steht, so ergibt sich dadurch eine vorteilhafte Bauart dieser Maschinenausbildung, daß jeder Kolben und/oder die zugehörige Zylinderwand mit zwei Abdichtungen versehen ist, wobei der zwischen diesen zwei Abdichtungen liegende Ringraum mit einem Raum der Maschine in Verbindung steht, in dem nahezu der gleiche Druckverlauf wie in einem der Räume beiderseits des betreffenden Kolbens auftritt, während die Verbindung derartig ist, daß das im Ringraum befindliche Medium eine Temperatur aufweist, die nahezu der Temperatur entspricht, die im anderen der beiden beiderseits dieses Kolbens liegenden Räume herrscht.

Hierbei kann der Ringraum bei jedem doppeltwirkenden Kolben entweder, gegebenenfalls über einen Kühler, mit dem Kompressionsraum oder mit dem Expansionsraum eines anderen Zylinders in Verbindung stehen, wobei im ersten Fall der Kompressionsraum mit demjenigen Expansionsraum, im zweitgenannten Fall der Expansionsraum mit demjenigen Kompressionsraum in Verbindung steht, dessen Volumen vom betreffenden Kolben geändert wird. Ferner kann in diesem Fall bei jedem Kolben der Ringraum über einen oder mehrere Regeneratoren mit einem der Räume beiderseits dieses Kolbens in Verbindung stehen. Bei all diesen Ausführungsformen von Kolbenmaschinen mit doppeltwirkenden Kolben wird verhindert, daß Mittel aus einem der Expansionsräume zu einem der Kompressionsräume oder umgekehrt leckt.

Bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen handelt es sich um Kolbenmaschinen vom Zweikolbentyp und um Kolbenmaschinen mit doppeltwirkenden Kolben. Bei diesen Maschinen herrscht über den Kolben stets eine wechselnde Druckdifferenz, weil der Raum auf einer Seite der Kolben zum Arbeitsraum gehört und der Raum auf der anderen Seite durch die Umgebung oder das Kurbelgehäuse gebildet wird, oder aber weil die Räume beiderseits der Kolben zu verschiedenen Arbeitsräumen gehören.

Bei Maschinen vom Verdrängertyp, bei denen ein Kompressionskolben das Volumen eines Kompres-

sionsraumes ändert und ein Verdränger mit einer Seite das Volumen des Kompressionsraumes mit beeinflusst und mit der anderen Seite das Volumen eines oder mehrerer Expansionsräume ändert, tritt infolge des Strömungswiderstandes u. a. des Regenerators noch eine gewisse Druckdifferenz zwischen dem Kompressionsraum und dem bzw. den mit ihm in Verbindung stehenden Expansionsraum bzw. -räumen auf. Infolge der Druckdifferenz leckt ein Teil des Mittels längs des Verdrängers vom Expansionsraum zum Kompressionsraum oder umgekehrt, wobei Kälte bzw. Wärme transportiert wird. Um diesem Übel abzuweichen, ist gemäß weiterer Ausbildung der Erfindung wenigstens der Verdränger und/oder die zugehörige Zylinderwand mit zwei Abdichtungen versehen, wobei der Ringraum mit einem der Räume beiderseits des Verdrängers in Verbindung steht und sich in dieser Verbindung wenigstens im Regenerator befindet. In diesem Fall weist das Mittel im Ringraum eine Temperatur auf, die nahezu gleich der Temperatur im anderen der beiden beidseitig des Verdrängers liegenden Räume ist. Auf diese Weise wird der Transport von Kälte bzw. Wärme vom Expansionsraum zum Kompressionsraum wieder verringert.

Falls der Verdränger aus mehreren Teilen mit verschiedenen Durchmessern aufgebaut ist, erweist es sich als vorteilhaft, wenn jeder Verdrängerteil und/oder die zugehörige Zylinderwand mit zwei Abdichtungen versehen ist, wobei die zugehörigen Ringräume je über einen Regenerator mit einem der Räume in Verbindung stehen, die durch die beiden Abdichtungen voneinander getrennt werden.

An Hand der Zeichnung, in der schematisch mehrere Kolbenmaschinen dargestellt sind, wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

In den Fig. 1, 2 und 3 sind schematisch und nicht maßstabgerecht drei Ausführungsformen von Kaltgaskühlmaschinen vom Zweikolbentyp dargestellt;

Fig. 4 zeigt eine Kaltgaskühlmaschine vom Zweikolbentyp, bei der die Zylinder, in denen sich die Kolben bewegen, in Form eines V angeordnet sind;

Fig. 5 zeigt eine Kaltgaskühlmaschine vom Zweikolbentyp, bei der die Kolben in zwei parallel zueinander angeordneten Zylindern bewegbar sind;

Fig. 6 zeigt schematisch eine Mehrstufenkaltgaskühlmaschine;

Fig. 7, 8 und 9 zeigen schematisch Beispiele von Mehrzylinderkaltgaskühlmaschinen;

Fig. 9 und 10 zeigen schematisch zwei Ausführungsformen von Kaltgaskühlmaschinen vom Verdrängertyp;

Fig. 11 zeigt schematisch eine Kaltgaskühlmaschine vom Verdrängertyp, die zwei Expansionsräume enthält.

In Fig. 1 bezeichnet 1 einen Zylinder. In diesem Zylinder sind ein Kompressionskolben 2 und ein Expansionskolben mit einer Phasendifferenz bewegbar. Beim Bewegen ändert der Kompressionskolben 2 das Volumen eines wärmeren Kompressionsraumes 4, während der Expansionskolben 3 das Volumen eines sehr kalten Expansionsraumes 5 ändert. Der Kompressionsraum 4 und der Expansionsraum 5 stehen über einen Kühler 7, einen Regenerator 8 und einen Gefrierer 9 miteinander in Verbindung. Im Kühler 7 gibt das Arbeitsmittel seine Kompressionswärme an Kühlwasser oder an die Luft ab.

Die Abdichtung zwischen dem Zylinder 1 und dem

Kompressionskolben 2 kann aus einer engen Schlitzabdichtung, gegebenenfalls in Verbindung mit einem oder mehreren Kolbenringen, bestehen. Infolgedessen tritt immer etwas Leckage auf. Weil das weggleckende Arbeitsmittel nahezu die Umgebungstemperatur aufweist, ist der Einfluß auf die Wirkung der Maschine sehr gering. Wegglecken kalten Mittels längs des Expansionskolbens hat einen viel größeren Einfluß auf die gute Wirkung der Maschine. Um einer Leckage kalten Mittels aus dem Raum 5 längs des Expansionskolbens entgegenzuwirken, wird dieser Kolben mit zwei Kolbenabdichtungen 12 und 13 versehen, wobei sich zwischen diesen Abdichtungen ein Raum 11 befindet. Die Kanäle für das Arbeitsmittel im Kühler sind über einen Kanal 10 mit dem Raum 11 des Expansionskolbens 3 verbunden.

Im Raum 11 herrscht somit zu jedem Zeitpunkt nahezu der gleiche Druck wie im Expansionsraum 5, d. h. über der Abdichtung 13 herrscht keine Druckdifferenz, so daß kein Transport von Arbeitsmittel über diese Abdichtungen auftreten kann. Über die Abdichtung 12 dagegen kann etwas Mittel mit Umgebungstemperatur aus dem Raum 11 wegglecken, aber dies hat verhältnismäßig wenig Einfluß auf den Wirkungsgrad der Maschine. Wenn an der vom Expansionsraum abgewandten Seite des Kolbens der mittlere im Arbeitsraum auftretende Druck herrscht, leckt in einer Hälfte einer Periode das Mittel aus dem Raum 11 heraus und in der anderen Hälfte der Periode in den Raum 11 hinein, so daß insgesamt auch über die Abdichtung 12 keine Leckage auftritt. Würde über der Abdichtung 12 eine Temperaturdifferenz herrschen, so könnte selbstverständlich ein Wärmetransport stattfinden. Obgleich das Mittel, das in den Kanal 10 eintritt, im Kühler 7 bereits gekühlt ist, kann durch das abwechselnde Komprimieren und Expandieren des Mittels im Kanal 10 eine gewisse Wärmemenge erzeugt werden. Um diese Wärme abzuleiten, kann der Kanal 10 in der Nähe der Vertiefung 11 mit einem Kühler 14 versehen sein.

Statt in den Kühler 7 kann der Kanal 10 am vom Raum 11 abgewandten Ende auch in den Kompressionsraum 4 münden. Diese alternative Ausführungsform ist in Fig. 1 gestrichelt angegeben.

Fig. 2 zeigt eine ähnliche Kaltgaskühlmaschine wie Fig. 1. Bei dieser Ausführungsform ist im Kanal 10 ein Kolben 15 angebracht, der ihn verschließt. Beiderseits des Kolbens sind weiche Federn 16 bzw. 17 angebracht, die die mittlere Lage des Kolbens bestimmen. Auf diese Weise wird stets der Druck des Kompressionsraumes auf den Raum 11 übertragen, aber das Arbeitsmittel kann keinen Kreislauf in der Maschine ausführen. Das heißt, das Mittel kann nicht aus dem Kompressionsraum 4 durch den Kanal 10 zum Raum 11 und von dort über die Abdichtung 13 durch den Regenerator zurück zum Kompressionsraum strömen. Die Möglichkeit einer Unbalance des Regenerators ist durch diese Bauart völlig beseitigt.

Fig. 3 zeigt wieder eine Kaltgaskühlmaschine wie die in Fig. 1. Bei dieser Ausführungsform bildet der Kanal 10 eine Verbindung zwischen dem Expansionsraum 5 und der Vertiefung 11. Um das Mittel in der Vertiefung 11 nahezu auf Umgebungstemperatur zu halten, ist im Kanal 10 ein Regenerator 18 vorgesehen, der eine Temperatursperre zwischen dem kalten Expansionsraum und der wärmeren Vertiefung 11 bildet.

Um einen guten Wirkungsgrad dieser Maschine zu sichern, ist es erwünscht, daß auf der vom Expansionsraum abgekehrten Seite des Kolbens 3 der gleiche mittlere Druck wie im Expansionsraum herrscht. Wenn dies nicht der Fall ist, leckt stets das Mittel in der gleichen Richtung über die Abdichtung 12 weg. Um in diesem Fall dennoch einen guten Wirkungsgrad zu erhalten, muß an einer Stelle des Kanals 10, die zwischen dem Regenerator 18 und dem Raum 11 liegt, Mittel nachgefüllt werden.

Fig. 4 zeigt eine Kaltgaskühlmaschine, bei der der Kompressionskolben 2 und der Expansionskolben 3 in zwei in Form eines V angeordneten Zylindern 21 bzw. 22 bewegbar sind. Der weitere Bau ist völlig gleich dem der in den vorstehenden Figuren dargestellten Kaltgaskühlmaschinen. Auch bei dieser Maschine ist ein nutzförmiger Raum 11 im Expansionskolben 3 über einen Kanal 10 mit den Arbeitsmittelkanälen im Kühler 7 verbunden. Auch hier kann selbstverständlich im Kanal 10 ein Kolben oder ein Regenerator angebracht sein.

Fig. 5 zeigt schematisch eine andere Ausführungsform einer Kaltgaskühlmaschine. Bei dieser Ausführungsform sind der Expansionskolben 2 und der Expansionskolben 3 in zwei parallel zueinander angeordneten Zylindern 41 bzw. 42 angebracht. Die weiteren Bauelemente sind die gleichen wie bei den vorstehenden Figuren, und sie sind denn auch mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet. Ein Vorteil dieser Bauart ist, daß die Entfernung zwischen dem Kühler 7 und dem Raum 8 besonders gering ist, so daß das Volumen des Kanals 10 ebenfalls minimal sein kann, wodurch nur sehr wenig schädlicher Raum vorhanden ist.

Fig. 6 stellt schematisch eine Mehrstufenkaltgaskühlmaschine dar. Diese Maschine enthält einen in einem Zylinder 51 bewegbaren Kompressionskolben 2 und einen aus zwei Teilen 53 und 54 mit verschiedenen Durchmessern aufgebauten Expansionskolben. Der Expansionskolben ist in einem Zylinder 52 bewegbar. Der Kompressionsraum 4 steht über einen Kühler 7 und einen ersten Regenerator 8' mit einem ersten Expansionsraum 5' in Verbindung, der seinerseits über einen zweiten Regenerator 8'' und einen Gefrierer 9 mit einem zweiten Expansionsraum 5'' in Verbindung steht. Die Kanäle für das Arbeitsmittel im Kühler 7 stehen durch eine Bohrung 60 mit dem Raum 11 in Verbindung. Bei dieser Bauart ist der Verbindungskanal zwischen dem Kühler 7 und dem Raum 11 äußerst kurz, so daß diese Verbindung wenig schädliches Volumen verursacht und in ihr auch kaum Wärme erzeugt, so daß ein Kühler 14 entfallen kann.

Wie aus vorstehendem hervorgeht, schafft die Erfindung eine äußerst einfache und gut wirkende Bauart für eine Zweikolbenkaltgaskühlmaschine.

Obleich im vorstehenden nur von zwei Kolbenkaltgaskühlmaschinen die Rede war, ist die Erfindung auf genau gleiche Weise auch für zwei Kolbenheißgasmotoren anwendbar. Der einzige Unterschied dabei ist, daß im Expansionsraum eine höhere Temperatur herrscht, so daß die Abdichtungen und der zwischenliegende Raum nicht zum Beschränken der Kälteleckverluste, sondern zum Verbinden von Wärmeleckverlusten dienen.

Fig. 7 zeigt eine Mehrzylinderkaltgaskühlmaschine mit doppeltwirkenden Kolben. Sie enthält Zylinder 71 und 72, in denen Kolben 73 und 74 bewegbar

sind. Die Kolben 73 und 74 vermögen bei ihrer Bewegung das Volumen der Expansionsräume 75 bzw. 76 und das Volumen der Kompressionsräume 77 bzw. 78 zu ändern. Der Expansionsraum 75 steht über einen Gefrierer 79, einen Regenerator 80 und einen Kühler 81 mit dem Kompressionsraum 78 in Verbindung. Der Expansionsraum 76 steht gleichfalls über einen Gefrierer 82, einen Regenerator 83 und einen Kühler 84 mit einem Kompressionsraum in Verbindung. Im Falle einer Zweizylindermaschine ist der Kühler 84 an den Kompressionsraum 77 angeschlossen. Die weitere Bauart und Wirkungsweise einer solchen Maschine ist in der deutschen Patentschrift 849 326 beschrieben worden. Der Kolben 73 ist mit zwei Kolbenabdichtungen 85 und 86, der Kolben 74 mit zwei Kolbenabdichtungen 87 und 88 versehen. Zwischen den Abdichtungen befindet sich je ein nutzförmiger Raum 89 bzw. 90. Der nutzförmige Raum 89 steht über einen Kanal 91 mit dem Kompressionsraum 78 in Verbindung. Dies bedeutet, daß im Raum 89 stets der gleiche Druck herrscht wie im Expansionsraum 75. Über der Abdichtung 85 herrscht somit keine Druckdifferenz, wohl aber eine Temperaturdifferenz. Aus dem Expansionsraum 75 kann somit kein kaltes Mittel zum wärmeren Kompressionsraum 77 weglecken. Über der Abdichtung 86 herrscht zwar eine Druckdifferenz, aber keine Temperaturdifferenz. Wenn etwas Mittel an dieser Abdichtung vorbei entweicht, stört dies die gute Wirkung der Maschine nicht, weil keine Kälte verlorengeht. Was vom Kolben 73 gesagt wurde, gilt auch für den Kolben 74, dessen Nut 90 auch mit einem Kompressionsraum in Verbindung steht.

In Fig. 8 ist eine Mehrzylinderkaltgaskühlmaschine dargestellt, die im großen und ganzen der in Fig. 7 dargestellten Maschine entspricht. Der Unterschied ist, daß die nutenförmigen Räume 89 und 90 hier nicht mit Kompressionsräumen, sondern mit Expansionsräumen in Verbindung stehen. Der Raum 90 steht dabei durch einen Kanal 82 mit dem Expansionsraum 75 in Verbindung. Im Raum 90 herrschen mithin etwa der gleiche Druck und etwa die gleiche Temperatur wie im Expansionsraum 75. Dies bedeutet, daß über der Abdichtung 88 keine Druckdifferenz herrscht, so daß kein kaltes Mittel aus dem oder zum Kompressionsraum 78 leckt. Über der Abdichtung 87 herrscht zwar eine Druckdifferenz, aber keine Temperaturdifferenz, so daß bei Leckage keine Kälte verlorengeht.

Fig. 9 zeigt einen Zylinder einer Mehrzylinderkaltgaskühlmaschine, bei dem der nutzförmige Raum 100 über einen Regenerator 101 mit dem Expansionsraum 104 in Verbindung steht. Auf diese Weise ist wieder erreicht, daß der Druck im Raum 100 gleich dem Druck im Raum 104 ist, während der Regenerator dafür sorgt, daß das über die Abdichtung 105 von einem zum anderen Raum leckende Mittel die betreffenden Räume stets mit nahezu der gleichen Temperatur verläßt bzw. in sie eintritt.

Auch in den Fig. 7 bis 9 war einfachheitshalber die Rede von Kaltgaskühlmaschinen. Es sei jedoch bemerkt, daß diese Bauarten sich auch besonders gut zur Verwendung als Heißgasmotor eignen.

Fig. 10 zeigt schematisch eine Kaltgaskühlmaschine vom Verdrängertyp. Diese Maschine enthält einen Kompressionskolben 110 und einen Verdränger 111. Der Kompressionskolben und die Unterseite des Verdrängers können das Volumen eines Kompressions-

raumes 112 beeinflussen, während der Verdränger mit der Oberseite das Volumen eines Expansionsraumes 113 zu ändern vermag. Die Kompressions- und Expansionsräume stehen über einen Kühler 114, einen Regenerator 115 und einen Gefrierer 116 miteinander in Verbindung. Obgleich die Kompressions- und Expansionsräume in offener Verbindung miteinander stehen, kann dennoch eine gewisse Druckdifferenz zwischen ihnen auftreten. Dies findet seine Ursache im Widerstand, den das Arbeitsmittel beim Hin- und Herströmen durch den Kühler, den Regenerator und den Gefrierer erfährt. Infolge dieser Druckdifferenz besteht die Möglichkeit, daß Mittel durch den Spalt zwischen dem Verdränger und der Zylinderwand vom Expansionsraum zum Kompressionsraum leckt oder umgekehrt. Um zu verhüten, daß durch dieses leckende Mittel Wärme bzw. Kälte übertragen wird, ist der Verdränger mit zwei Abdichtungen 117 und 118 versehen. Der zwischen diesen Abdichtungen liegende Raum 119 steht über einen Regenerator 120 mit niedrigem Strömungswiderstand mit dem Expansionsraum 113 in Verbindung. Hierdurch wird erreicht, daß im Raum 119 die gleiche Temperatur herrscht wie im Kompressionsraum 112, während der Druck im Raum 119 nahezu gleich dem Druck im Expansionsraum 113 ist oder wenigstens über der Abdichtung 117 eine geringere Druckdifferenz als über der Abdichtung 118 herrscht.

Fig. 11 zeigt eine Kaltgaskühlmaschine vom Verdrängertyp, die zwei Expansionsräume enthält. Der Kompressionsraum 112 steht dabei über einen Kühler 114, einen ersten Regenerator 115' und einen ersten Gefrierer 116' mit einem Zwischenexpansionsraum 122 in Verbindung. Der Zwischenexpansionsraum 122 steht über einen zweiten Regenerator 115'' und einen zweiten Gefrierer 116'' mit dem Expansionsraum 113 in Verbindung. Der Verdränger besteht dabei aus zwei Teilen 123 und 123' mit verschiedenen Durchmessern. Der Teil 123 ist mit zwei Kolbenabdichtungen 124 und 125 versehen, und der zwischen diesen Abdichtungen liegende Raum 126 steht über einen Regenerator 127 mit niedrigem Strömungswiderstand mit dem Zwischenexpansionsraum 122 in Verbindung. Auf ähnliche Weise steht der Raum 128, der zwischen den Abdichtungen 129 und 130 auf dem zweiten Verdrängerteil 123' liegt, über den Regenerator 131 ebenfalls mit dem Zwischenexpansionsraum 122 in Verbindung. Auf diese Weise ist erreicht, daß in den Aussparungen 128 und 126 nahezu die gleichen Drücke herrschen wie im Zwischenexpansionsraum 122.

Weiter sorgen die Regeneratoren 131 und 127 dafür, daß in der Aussparung 128 die gleiche Temperatur wie im Expansionsraum 113 und in der Aussparung 126 die gleiche Temperatur wie im Kompressionsraum 112 auftritt. Durch diese Maßnahme ist ein Transport von Kälte oder Wärme durch die Spalte zwischen dem Verdränger und der Zylinderwand nahezu unmöglich gemacht.

#### Patentansprüche:

1. Nach dem Stirlingprinzip arbeitende Kolbenmaschine, insbesondere Kaltgaskühlmaschine, mit mindestens einem Kompressionsraum mit veränderlichem Volumen und mindestens einem Expansionsraum mit ebenfalls veränderlichem Volumen, welche Räume im Betrieb unterschiedliche mittlere Temperaturen aufweisen und paar-

weise miteinander über jeweils einen oder mehrere Regeneratoren in Verbindung stehen, und deren beider Volumen durch in Phasendifferenz zueinander bewegbare, je mit mindestens einer Abdichtung versehene kolbenförmige Körper veränderbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die auf das Volumen eines Expansionsraumes (5) einwirkenden kolbenförmigen Körper (3) und/oder der mit jedem dieser Körper zusammenwirkende Teil der Zylinderwand mit zwei Abdichtungen (12, 13) versehen sind und der zwischen diesen Abdichtungen befindliche Ringraum (11) mit einem Raum ständig in Verbindung steht, in dem ein Druck herrscht, der eine kleinere Druckdifferenz mit Bezug auf den Druck im Raum (5) auf einer Seite des betreffenden kolbenförmigen Körpers (3) als mit Bezug auf den Druck im Raum auf der anderen Seite des kolbenförmigen Körpers aufweist, und daß das zwischen den beiden Abdichtungen befindliche Mittel im Betrieb eine Temperatur hat, die wenigstens nahezu gleich der Temperatur in demjenigen Raum ist, in dem der Druck herrscht, der die größere Differenz gegenüber dem Druck im Ringraum (11) aufweist.

2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtungen auf einem der aus einem kolbenförmigen Körper und der mit ihm zusammenarbeitenden Zylinderwand bestehenden Elemente angebracht sind, während die Verbindung mit dem Ringraum (11) im anderen Element liegt, wobei sich die einander zugewandten Enden der beiden Abdichtungen in einem Abstand voneinander befinden, der mindestens gleich dem Hub des betreffenden kolbenförmigen Körpers ist.

3. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Abdichtungen auf einem Teil des betreffenden kolbenförmigen Körpers angebracht sind, in dem in axialer Richtung nahezu kein Temperaturgradient mehr vorhanden ist.

4. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3 der Zweikolbenbauart mit einfachwirkenden Kolben, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum (11) über einen Kanal (10) mit dem zugehörigen Kompressionsraum in Verbindung steht.

5. Kolbenmaschine nach Anspruch 4, bei der sich in der Verbindung zwischen jedem Kompressionsraum und dem bzw. den mit diesem in Verbindung stehenden Expansionsraum bzw. -räumen ein an den Kompressionsraum grenzender Kühler befindet, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (10) mit seinem vom Ringraum (11) abgekehrten Ende an der Stelle der vom betreffenden Kompressionsraum abgewandten Seite des Kühlers in die erwähnte Verbindung zwischen Kompressions- und Expansionsraum bzw. -räumen mündet.

6. Kolbenmaschine nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschine einen weiteren Kühler (14) enthält, der das Medium, das sich wenigstens im an den Ringraum angeschlossenen Kanalteil und/oder in dem Ringraum selbst befindet, kühlt.

7. Kolbenmaschine nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Kanal (10) ein bewegbares den

Kanal verschließendes Element angeordnet ist und daß Mittel (16, 17) vorgesehen sind, um einer Verschiebung des Elementes aus seiner mittleren Lage entgegenzuwirken.

8. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3 5  
der Zweikolbenbauart mit einfach wirkenden Kolben, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum (11) über einen Kanal (10), in dem eine Regeneratormasse (18) aufgenommen ist, mit dem zugehörigen Expansionsraum (5) in Verbindung steht. 10

9. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, die mehrere doppelwirkende Kolben enthält, die je in einem Zylinder bewegbar sind und mit einer Seite das Volumen eines Expansionsraumes und mit der anderen Seite das Volumen eines Kompressionsraumes ändern, wobei ein im einen Zylinder liegender Expansionsraum über einen oder mehrere Regeneratoren mit einem in einem anderen Zylinder liegenden Kompressionsraum 20 in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Kolben und/oder die zugehörige Zylinderwand mit zwei Abdichtungen (85, 86; 87, 88) versehen ist, wobei der zwischen diesen zwei Abdichtungen liegende Ringraum (89, 90) 25 mit einem Raum der Maschine in Verbindung steht, in dem nahezu der gleiche Druckverlauf wie in einem der Räume beiderseits des betreffenden Kolbens auftritt, während die Verbindung derartig ist, daß das im Ringraum befindliche 30 Medium eine Temperatur aufweist, die nahezu der Temperatur entspricht, die im anderen der beiden beiderseits dieses Kolbens liegenden Räume herrscht.

10. Kolbenmaschine nach Anspruch 9, dadurch 35 gekennzeichnet, daß der Ringraum (89) bei jedem doppelwirkenden Kolben (73), gegebenenfalls über einen Kühler (81), mit dem Kompressionsraum (78) eines anderen Zylinders in Verbindung steht, wobei dieser Kompressionsraum (78) mit dem Expansionsraum (75) in Verbindung steht, dessen Volumen vom betreffenden Kolben (73) 40 geändert wird.

11. Kolbenmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum (90) bei jedem doppelwirkenden Kolben (74) mit dem Expansionsraum (75) eines anderen Zylinders in Verbindung steht, wobei dieser Expansionsraum (75) mit dem Kompressionsraum (78) in Verbindung steht, dessen Volumen vom betreffenden Kolben geändert wird.

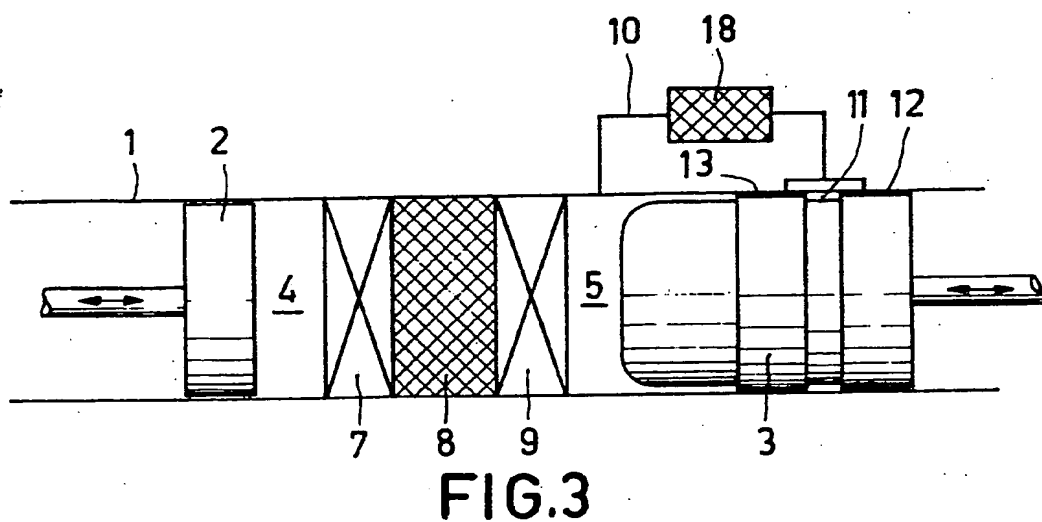
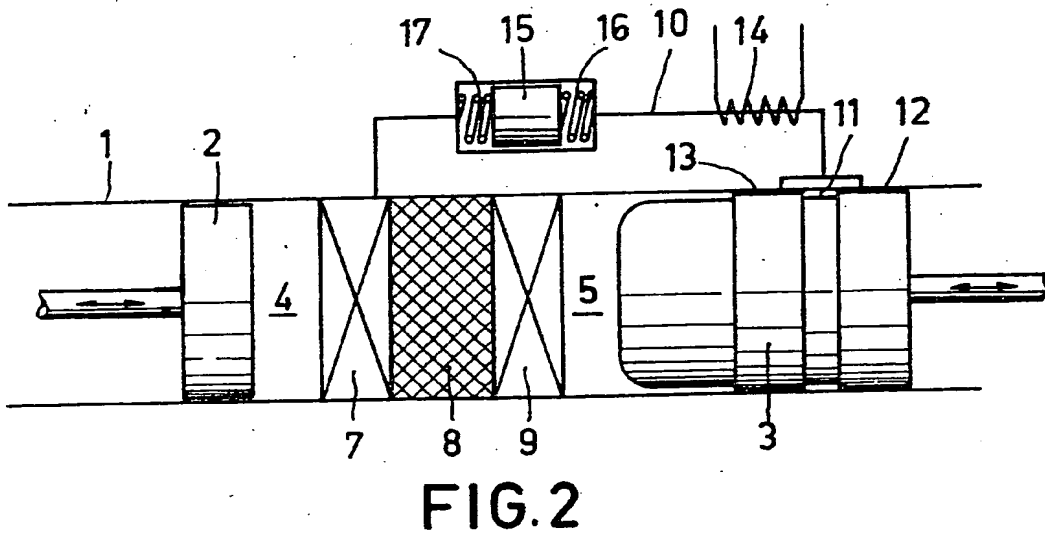
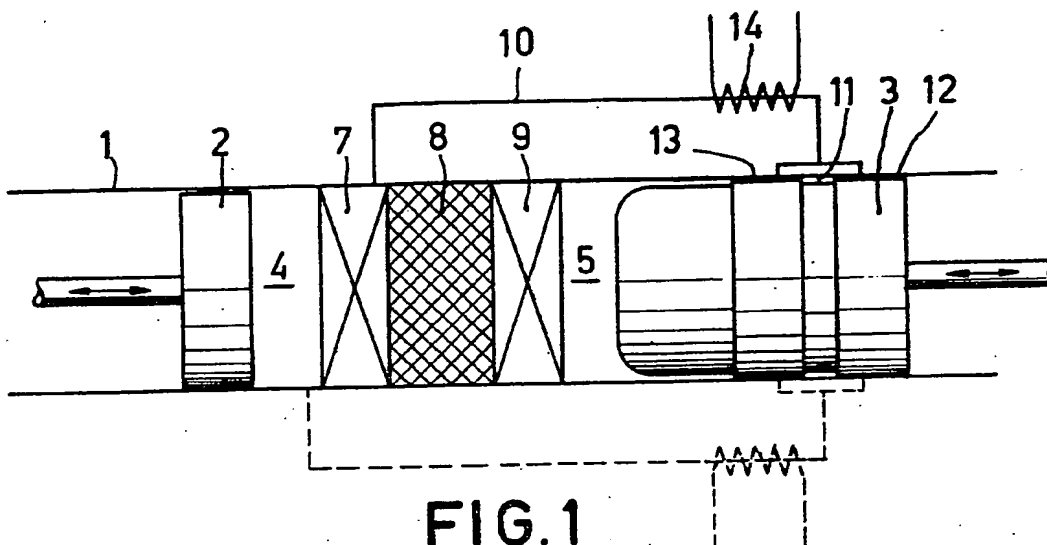
12. Kolbenmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem Kolben der Ringraum (100) über einen oder mehrere Regeneratoren (101) mit einem (104) der Räume beiderseits dieses Kolbens (105) in Verbindung steht.

13. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, die als eine Maschine vom Verdrängertyp ausgebildet ist, wobei ein Kompressionskolben das Volumen eines Kompressionsraumes ändert und ein Verdränger mit einer Seite das Volumen des Kompressionsraumes mit beeinflußt und mit der anderen Seite das Volumen eines oder mehrerer Expansionsräume ändert, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens der Verdränger (111) und/oder die zugehörige Zylinderwand mit zwei Abdichtungen (117, 118) versehen ist und der Ringraum (119) mit einem (113) der Räume beiderseits des Verdrängers in Verbindung steht, wobei sich in dieser Verbindung wenigstens ein Regenerator (120) befindet.

14. Kolbenmaschine nach Anspruch 13, bei der der Verdränger aus mehreren Teilen mit verschiedenen Durchmessern aufgebaut ist, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Verdrängerteil (123, 123') und/oder die zugehörige Zylinderwand mit zwei Abdichtungen (124, 125, 129, 130) versehen ist, wobei die zugehörigen Ringräume (126, 128) je über einen Regenerator (127, 131) mit einem der Räume (122) in Verbindung stehen, die durch die beiden Abdichtungen voneinander getrennt werden.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschrift Nr. 849 326.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen





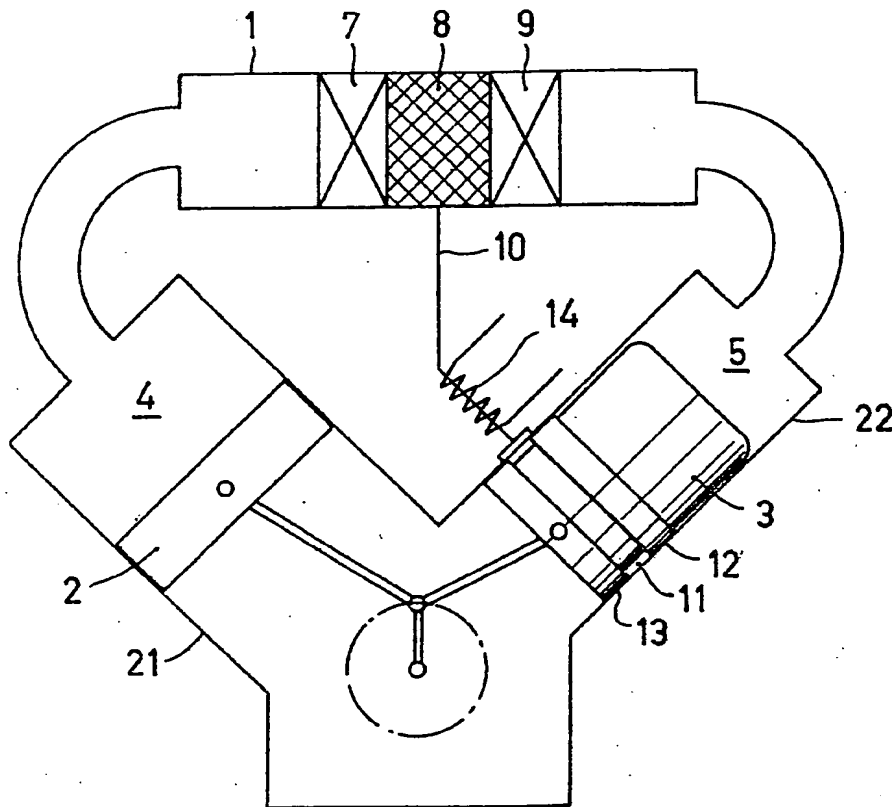


FIG. 4

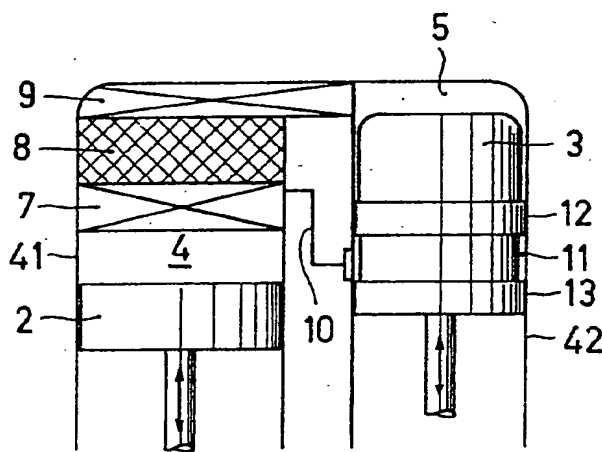


FIG. 5

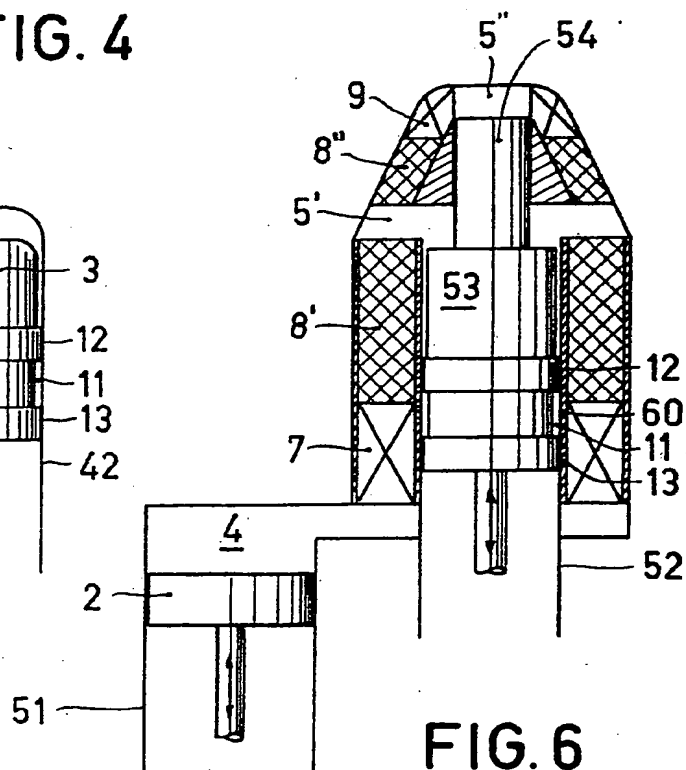


FIG. 6

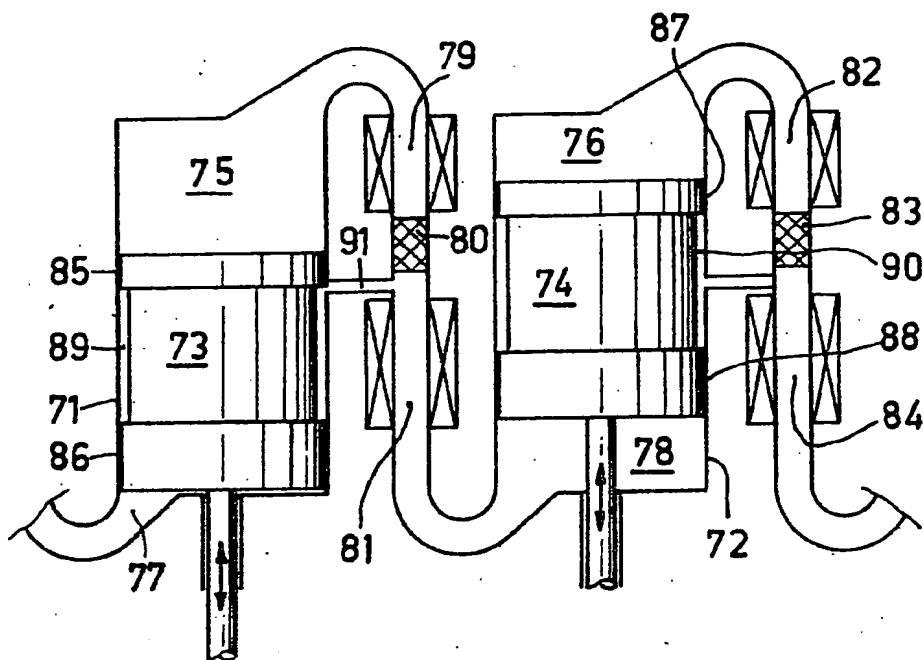


FIG. 7

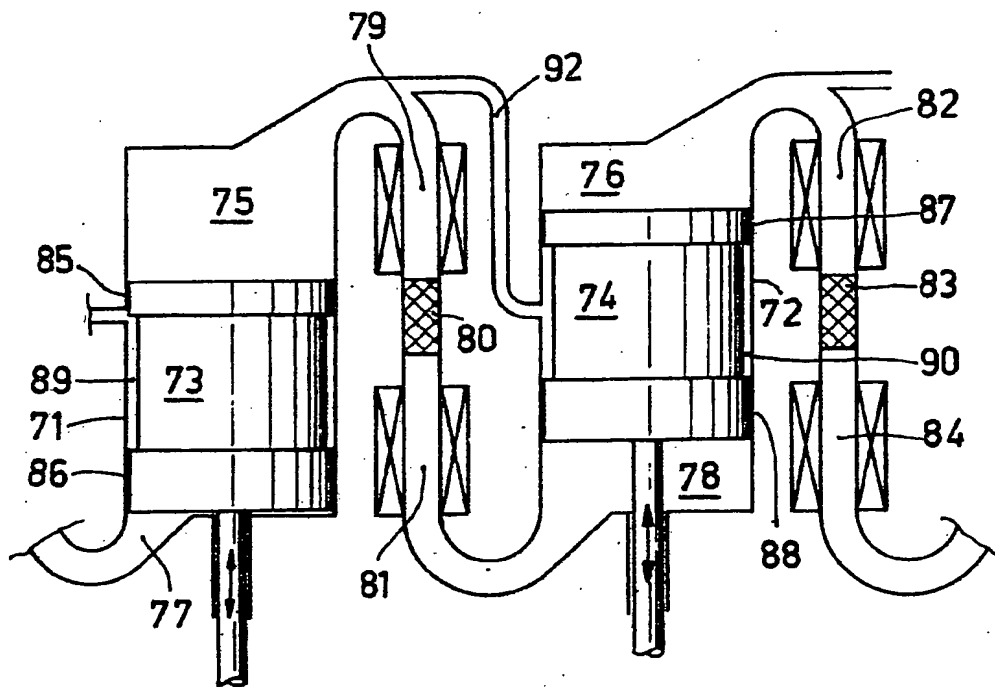


FIG. 8

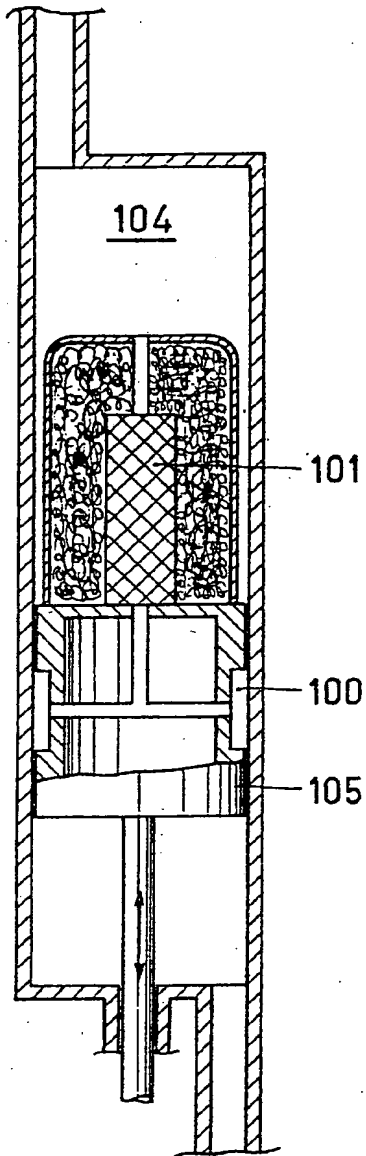


FIG. 9

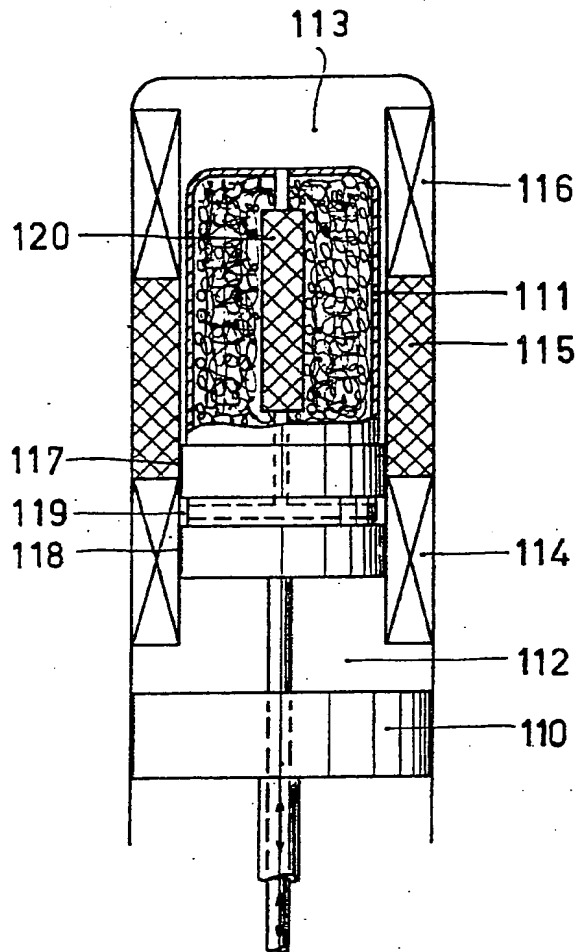


FIG. 10

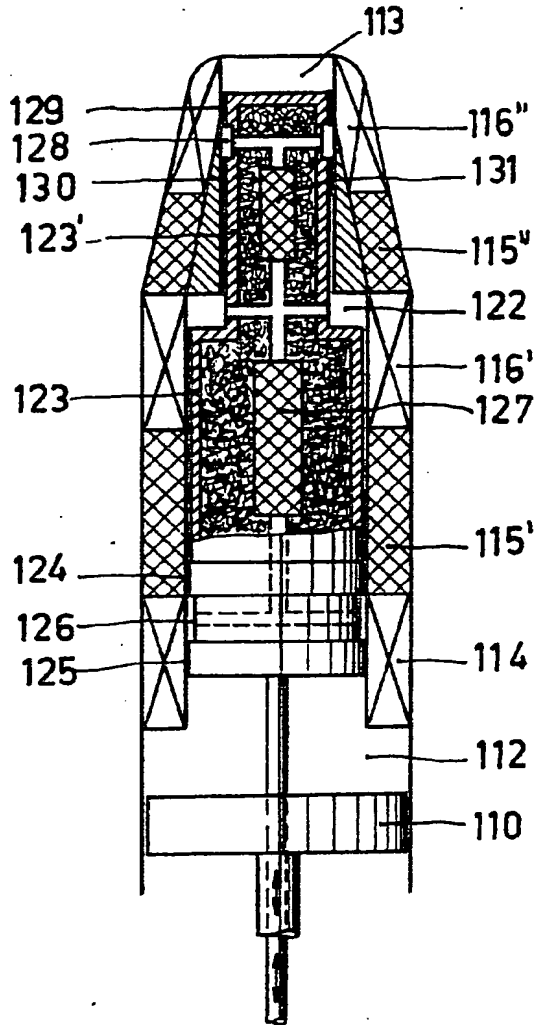


FIG. 11